



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA**

**ALINE FERREIRA DOS SANTOS**

**USO DE DDG - DRIED DISTILLERS GRAINS  
(GRÃOS SECOS DE DESTILARIA)  
NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES.**

**ARIQUEMES – RO  
2025**

**ALINE FERREIRA DOS SANTOS**

**USO DE DDG - DRIED DISTILLERS GRAINS  
(GRÃOS SECOS DE DESTILARIA)  
NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES.**

Artigo científico apresentado ao Centro Universitário FAEMA (UNIFAEMA), como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em AGRONOMIA.

Orientador(a): Prof. Me. Flebson Montalvão de Almeida.

**ARIQUEMES - RO  
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

Gerada mediante informações fornecidas pelo(a) Autor(a)

---

S231u SANTOS, Aline Ferreira dos

Uso de DDG – dried dis tillers grains (grãos secos de destilaria) na nutrição de ruminantes/ Aline Ferreira dos Santos – Ariquemes/ RO, 2025.

32 f. il.

Orientador(a): Prof. Me. Flebson Montalvão de Almeida

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

1.Pecuária. 2.Bovinos. 3.Desempenho animal. 4.Viabilidade econômica.  
5.Sustentabilidade ambiental. I. Almeida, Flebson Montalvão de. II.Título.

CDD 630

---

Bibliotecário(a) Isabelle da Silva Souza

CRB 11/1148

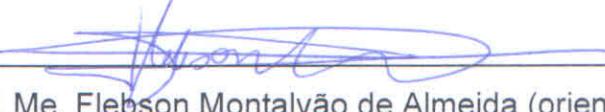
ALINE FERREIRA DOS SANTOS

USO DE DDG - DRIED DISTILLERS GRAINS  
(GRÃOS SECOS DE DESTILÁRIA)  
NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES.

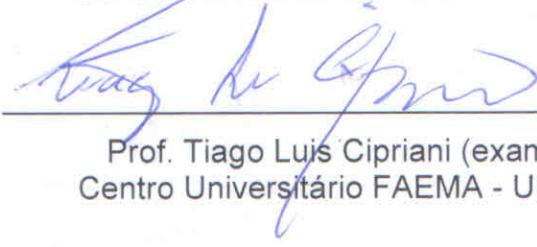
Artigo científico apresentado ao Centro Universitário FAEMA (UNIFAEMA), como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em AGRONOMIA.

Orientador(a): Prof. Me. Flebson Montalvão de Almeida.

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Me. Flebson Montalvão de Almeida (orientador)  
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

  
Prof. Heide Márcia Nascimento Feitosa (examinadora)  
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

  
Prof. Tiago Luís Cipriani (examinador)  
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

*Dedico este trabalho ao meu futuro eu, que colherá os frutos dessa linda jornada de crescimento na engenharia agronômica.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço a Deus por me manter firme em todos os momentos em que pensei em desistir. Escolhi trilhar o caminho da Agronomia, uma área historicamente masculina, e hoje me orgulho dessa decisão. Ser mulher na Agronomia representa resistência, conquista e a constante afirmação de que o campo também é lugar para uma dama. A força do nosso trabalho vai além do esforço físico; está na coragem de ocupar espaços, questionar padrões e transformar a realidade. Este Trabalho de Conclusão de Curso simboliza não apenas o encerramento de uma etapa acadêmica, mas também a celebração da persistência, da superação e do compromisso com um agronegócio mais justo, igualitário e com maior representatividade das mulheres no campo com seu toque feminino.*

***“Em tudo dai graças, porque esta é a vontade de Deus em Cristo Jesus para convosco.”***

— 1 Tessalonicenses 5:18.

*"Entre fórmulas, fibras e minerais,  
encontrei minha paixão: nutrir vidas,  
fortalecer rebanhos e mostrar que o campo  
também é lugar de mulher."*

— **Aline Ferreira**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>10</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>111</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
2.1 ORIGEM E CARACTERÍSTICAS DO DDG (GRÃOS SECOS DE DESTILARIA) .....	13
2.2 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO DDG E SEUS FATORES DE VARIAÇÃO..	16
2.3 ASPECTOS ECONÔMICOS, AMBIENTAIS E TECNOLÓGICOS DO DDG. ....	18
2.4 USO DE DDG NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS (PASTO E CONFINAMENTO) .....	20
2.5 POTENCIAL DO DDG NA NUTRIÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO. ....	22
2.6 COMÉRCIO EXTERIOR DE DDG: A PARTICIPAÇÃO DO BRASIL .....	23
2.7 EFEITOS DA INCLUSÃO DE DDG NA DIETA DE BOVINOS NELORE E MEIO-SANGUE EM CONFINAMENTO.....	24
2.8 EFEITOS DO DDG SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO E A EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE BOVINOS DE CORTE .....	25
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>28</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO A - DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO DE PLÁGIO.....</b>	<b>34</b>

## **USO DE DDG - DRIED DISTILLERS GRAINS (GRÃOS SECOS DE DESTILARIA) NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES.**

**Aline Ferreira dos Santos<sup>1</sup>  
Flebson Montalvão de Almeida<sup>2</sup>**

### **RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo o uso do DDG (Dried Distillers Grains), grãos secos de destilaria provenientes da produção de etanol a partir dos grãos de milho, como alternativa estratégica na nutrição animal, especialmente de bovinos de corte. Trata-se de um trabalho de conclusão de curso, cuja proposta visa analisar a relevância nutricional, econômica e sustentável da inclusão do DDG nas dietas de ruminantes. Justifica-se esta investigação pelo crescente interesse da pecuária de corte em soluções que combinem eficiência produtiva, redução de custos e sustentabilidade ambiental. A problemática parte da necessidade de encontrar fontes nutricionais alternativas que mantenham ou melhorem o desempenho animal, sem comprometer a viabilidade econômica das propriedades e sem ampliar a pressão ambiental sobre os recursos naturais. O trabalho adotou uma abordagem bibliográfica descritiva, com análise técnica de publicações científicas, artigos, dados de empresas do setor e revisões especializadas na área de nutrição animal. Os resultados demonstraram que o DDG possui alto teor de proteína bruta, energia digestível e fibras de qualidade, contribuindo para o desempenho produtivo dos animais, especialmente quando utilizado em substituição parcial ao milho e ao farelo de soja. Também foi observado que sua utilização viabiliza uma gestão alimentar mais precisa, apoiada em tecnologias e indicadores zootécnicos, com impacto direto na eficiência alimentar e na sustentabilidade dos sistemas de produção. Conclui-se que o DDG vai além de ser apenas um insumo nutricional viável e eficaz. Ele se apresenta como uma ferramenta estratégica para a modernização da pecuária, especialmente em um cenário no qual a sustentabilidade, o uso racional dos recursos e a intensificação produtiva baseada em dados ganham cada vez mais importância.

**Palavras-chave:** pecuária; bovinos; desempenho animal; viabilidade econômica; sustentabilidade ambiental.

---

<sup>1</sup> Acadêmica de Agronomia, Centro Universitário Faema- UNIFAEMA, aline.20647@unifaema.edu.br

<sup>2</sup> Mestre em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Espírito Santo. Professor do curso de Agronomia da UNIFAEMA, flebson.almeida@unifaema.edu.br

## ABSTRACT

The present work has as its central theme the use of DDG (Dried Distillers Grains), a byproduct derived from ethanol production from corn, as a strategic alternative in animal nutrition, especially for beef cattle. This is a final undergraduate thesis, whose proposal aims to analyze the nutritional, economic, and sustainable relevance of including DDG in ruminant diets. This investigation is justified by the growing interest of beef cattle production in solutions that combine productive efficiency, cost reduction, and environmental sustainability. The research problem arises from the need to find alternative nutritional sources that maintain or improve animal performance, without compromising the economic viability of farms or increasing environmental pressure on natural resources.

The work adopted a descriptive bibliographic approach, with technical analysis of scientific publications, articles, data from companies in the sector, and specialized reviews in the field of animal nutrition. The results showed that DDG has a high content of crude protein, digestible energy, and quality fiber, contributing to productive performance in animals, especially when used as a partial replacement for corn and soybean meal. It was also observed that its use enables more precise feed management, supported by technologies and zootechnical indicators, with a direct impact on feed efficiency and the sustainability of production systems.

It is concluded that DDG goes beyond being just a viable and effective nutritional input. It presents itself as a strategic tool for the modernization of livestock farming, especially in a scenario where sustainability, the rational use of resources, and data-driven intensification are becoming increasingly important.

**Keywords:** livestock; cattle; animal performance; economic viability; environmental sustainability.

## 1 INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como foco principal analisar o uso dos grãos secos de destilaria (DDG – *Dried Distillers Grains*) como ingrediente na alimentação de ruminantes, avaliando seus efeitos sobre a eficiência produtiva e a redução de custos. O tema se mostra relevante em razão da posição de destaque da pecuária brasileira no cenário mundial, responsável por aproximadamente 8,5% do Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio nacional e pela geração de mais de 8 milhões de empregos diretos e indiretos (ABIEC, 2023). Nesse contexto, investigar alternativas nutricionais que conciliem produtividade, viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental constitui um desafio essencial para o fortalecimento do setor pecuário (Renesto, 2021).

Diante dessa realidade, o problema de pesquisa que orienta este trabalho consiste em responder à seguinte questão: qual é o efeito da inclusão de diferentes níveis de DDG na dieta de ruminantes sobre o ganho de peso e a conversão alimentar? Essa formulação evidencia a necessidade de compreender o potencial desse coproduto como insumo estratégico, visto que a avaliação de subprodutos da agroindústria é fundamental para determinar sua eficiência biológica, econômica e ambiental nos sistemas de produção (Hoffmann, 2019).

O DDG é um subproduto gerado no processo industrial de produção de etanol e biodiesel, caracterizado por seu elevado teor de proteína e energia digestível, o que o torna uma alternativa nutricional relevante para bovinos (Tomaz, 2019). Conforme Leite (2018), esse coproduto pode substituir parcial ou totalmente ingredientes convencionais das dietas, como o milho e o farelo de soja, sem comprometer o desempenho animal. Essa substituição é especialmente vantajosa para pequenos e médios produtores, que enfrentam maior vulnerabilidade diante da instabilidade dos preços dos insumos agrícolas (Picanço, 2022). Assim, o uso do DDG representa uma estratégia concreta para garantir competitividade e sustentabilidade produtiva em períodos de elevação dos custos alimentares (Ferreira, 2020).

Além do impacto econômico imediato, a utilização do DDG amplia o acesso a insumos de qualidade para produtores de menor e médio porte, antes restritos a sistemas intensivos, favorecendo o melhor aproveitamento do rebanho e a

estabilidade produtiva (Renesto, 2021). A presença de proteína de boa digestibilidade e energia concentrada contribui para o desempenho zootécnico e melhora o aproveitamento alimentar dos animais (Hoffmann, 2019). Ademais, o uso do DDG requer acompanhamento técnico e manejo nutricional adequado, o que impulsiona a profissionalização da gestão alimentar nas propriedades (Leite, 2018).

Estudos apontam que a inclusão de DDG pode reduzir entre 10% e 25% os custos com alimentação, proporcionando maior rentabilidade e viabilidade em diferentes escalas de produção (Picanço, 2022). Esse efeito contribui para a permanência dos pequenos produtores na atividade, considerando que o custo alimentar é uma das principais despesas operacionais na pecuária (Ferreira, 2020). Além disso, o aproveitamento de coprodutos fortalece a integração entre pecuária, agricultura e agroindústria, ampliando a geração de empregos e a valorização de subprodutos de alto valor nutricional (Vieira et al., 2021).

A escolha deste tema também foi motivada pela experiência prática da autora com a comercialização de produtos de nutrição animal — rações, proteinados e suplementos formulados com DDG. Essa vivência possibilitou observar a crescente demanda por insumos alternativos que unam eficiência produtiva e redução de custos, o que reforça o interesse em investigar cientificamente os efeitos desse coproduto (Renesto, 2021). Dessa forma, o estudo busca integrar teoria e prática, oferecendo contribuições tanto para o setor produtivo quanto para o meio acadêmico.

Apesar dos benefícios, o uso de DDG pode apresentar limitações relacionadas ao consumo voluntário e à palatabilidade, uma vez que dietas com altos níveis de inclusão podem reduzir a aceitação pelos animais (Leite, 2018). Tal condição reforça a importância de determinar níveis adequados de inclusão, de forma a equilibrar valor nutricional, aceitação e eficiência econômica (Tomaz, 2019).

A relevância social e econômica deste estudo está associada ao potencial do DDG em contribuir para a competitividade da pecuária nacional, setor estratégico para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental (Picanço, 2022). Além disso, a adoção de coprodutos como o DDG atende às exigências dos mercados consumidores, que valorizam práticas produtivas sustentáveis e sistemas mais eficientes (Ferreira, 2020).

A metodologia adotada caracteriza-se como pesquisa bibliográfica de caráter exploratório, descritivo e analítico, fundamentada em artigos científicos, dissertações e teses sobre o uso do DDG na alimentação de ruminantes (Renesto, 2021). As fontes

foram selecionadas considerando critérios de atualidade, credibilidade e relevância acadêmica, priorizando estudos publicados nos últimos quinze anos (Picanço, 2022). O material foi analisado criticamente, com o objetivo de identificar convergências e divergências entre diferentes autores e comparar os efeitos nutricionais, econômicos e ambientais do DDG (Hoffmann, 2019). Essa abordagem possibilita construir uma visão integrada do tema, fornecendo embasamento teórico sólido para a discussão proposta. Por fim, o trabalho está estruturado em introdução, fundamentação teórica, procedimentos metodológicos, análise dos resultados, considerações finais e referências (Tomaz, 2019).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ORIGEM E CARACTERÍSTICAS DO DDG (GRÃOS SECOS DE DESTILARIA)

Os grãos secos de destilaria (DDG) resultam do processamento industrial do etanol a partir de grãos, majoritariamente milho. No curso da fermentação, o amido é convertido em etanol, permanecendo concentradas na fração sólida as proteínas, fibras, lipídeos e minerais; após a secagem, obtém-se o DDG, coproducto com reconhecida utilidade na alimentação de ruminantes (Hoffmann, 2019).

A consolidação do DDG na nutrição animal teve impulso com a expansão do etanol de milho nos Estados Unidos. As primeiras sínteses técnico-científicas evidenciaram equivalência zootécnica em relação a fontes proteicas tradicionais, além de vantagens de logística e custo, favorecendo sua adoção em confinamentos e em sistemas semi-intensivos (Klopfenstein et al., 2007).

No Brasil, a difusão das usinas de etanol de milho no Centro-Oeste elevou a oferta do coproducto e estimulou sua incorporação em programas de suplementação de bovinos de corte. Essa disponibilidade local reduziu dependências externas, aproximou a agroindústria do setor pecuário e reforçou a lógica de uso de coprodutos energéticos na produção animal (Leite, 2018).

Dentro do processo industrial, diferenças entre plantas tipo de milho, eficiência fermentativa, temperatura de secagem e reincorporação de solúveis originam perfis particulares de DDG. Essa heterogeneidade explica variações observadas no campo e exige procedimentos rotineiros de controle de qualidade para uso previsível do ingrediente (Renesto, 2021).

Entre as propriedades funcionais do DDG destaca-se a parte da proteína que não se quebra no rúmen (PNDR). Como parte expressiva da proteína escapa da degradação microbiana, há incremento no fluxo de aminoácidos ao intestino delgado, aumentando a proteína metabolizável disponível para síntese tecidual e desempenho (Picanço, 2022).

A baixa concentração de amido residual constitui outro traço relevante. Uma vez que o amido é quase integralmente convertido em etanol, o DDG contribui para reduzir o risco de acidose ruminal, favorecendo estabilidade fermentativa em dietas com maior inclusão de concentrados (Hoffmann, 2019).

Do ponto de vista tecnológico, a granulometria do produto final influencia mistura, palatabilidade e comportamento ingestivo. Partículas muito finas podem gerar segregação no cocho, ao passo que partículas mais uniformes tendem a melhorar a homogeneidade da dieta total (Renesto, 2021).

Em ambientes tropicais, a adoção do DDG articulou-se com estratégias de intensificação. Em condições de pasto durante a estação chuvosa, programas proteico-energéticos com DDG aumentaram o consumo de nutrientes sem efeitos deletérios na digestão de fibra, compondo uma ferramenta útil de recria (Leite, 2018).

Na terminação, estudos apontaram manutenção de ganho médio diário e de conversão alimentar quando o DDG substituiu ingredientes proteicos convencionais, confirmando viabilidade técnica em confinamentos comerciais (Hoffmann, 2019).

Quanto ao armazenamento, o DDG é higroscópico e requer estruturas secas, ventiladas e com controle de pragas. Boas práticas reduzem empedramento e perdas nutricionais, assegurando constância de oferta ao longo do ciclo produtivo (Renesto, 2021).

A origem do DDG em cadeias de bioenergia cria sinergia setorial. A proximidade geográfica entre usinas e polos pecuários viabiliza rotas logísticas curtas e contratos de fornecimento estáveis, com impacto direto no custo entregue ao produtor (Leite, 2018).

Em síntese, o DDG reúne atributos industriais e nutricionais que o qualificam como insumo estratégico para sistemas de corte tropicais, integrando disponibilidade, segurança metabólica e valor proteico de alta utilidade prática (Hoffmann, 2019; Picanço, 2022).

O uso do DDGS contribui não apenas para reduzir custos de alimentação, mas também para fortalecer a integração entre pecuária, agricultura e agroindústria,

valorizando resíduos que antes seriam descartados. Entretanto, o aproveitamento desse ingrediente requer atenção especial em relação à segurança alimentar, principalmente quanto à presença de micotoxinas.

As micotoxinas são substâncias tóxicas produzidas por fungos que se desenvolvem em grãos durante o cultivo, transporte ou armazenamento, e que podem permanecer ativas mesmo após o processamento industrial. No caso do DDG, como ele é derivado do milho fermentado, qualquer contaminação presente na matéria-prima tende a se concentrar ainda mais no produto final. Isso significa que, sem o devido controle de qualidade, o consumo de DDG contaminado pode afetar diretamente a saúde dos animais, reduzindo o desempenho zootécnico, a eficiência alimentar e, consequentemente, a produtividade e o lucro dos sistemas de produção.

Por esse motivo, a análise de micotoxinas se tornou uma etapa essencial na comercialização e utilização do DDG. Testes precisos e confiáveis permitem identificar e monitorar os níveis dessas toxinas, garantindo que o produto atenda aos padrões exigidos pelo mercado. Além de proteger os animais e assegurar a qualidade da ração, o controle das micotoxinas reforça a imagem do DDG como um ingrediente seguro, sustentável e competitivo dentro da cadeia produtiva da pecuária moderna.

A imagem abaixo ilustra o aspecto visual dos grãos secos de destilaria, representando não apenas um coproduto valioso, mas também o compromisso crescente do setor em equilibrar produtividade e segurança alimentar (Envirologix Brasil, 2024).

**Figura 1 – A Escolha Inteligente para a Indústria de Etanol de Milho**



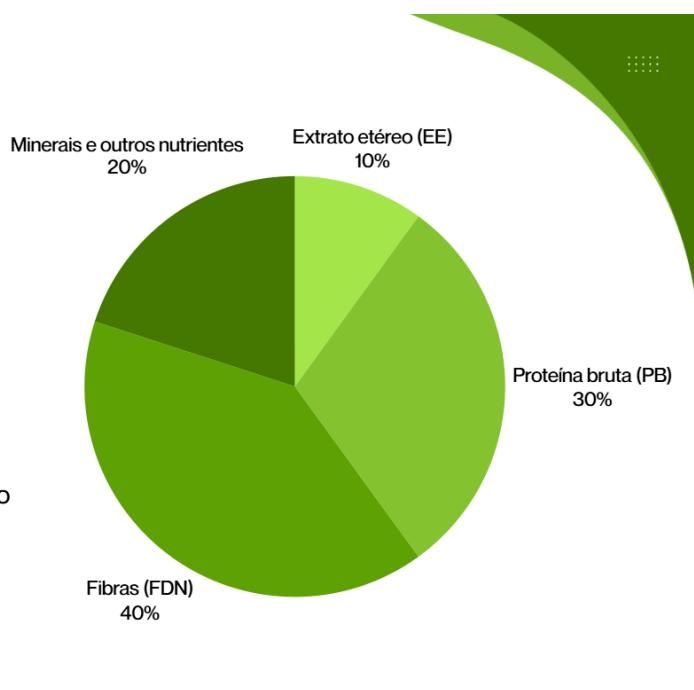
Fonte: <https://www.envirologix.com.br/wp-content/uploads/2024/03/ddg-Harrison-McClary-Bloomberg-News-scaled-1.jpeg>

## 2.2 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO DDG E SEUS FATORES DE VARIAÇÃO

**Figura 1 –** Composição química média dos grãos secos de destilaria (DDG)

### Principais Componentes Nutricionais do DDG

- 20% > Fósforo, Potássio, Cálcio, Enxofre, Magnésio.
- 40% > Fibra em Detergente Neutro
- 30% > Potencial proteico nutritivo
- 10% > Valor energético



<https://www.canva.com/design/DAG3H1OswFA/I5EjQ5CH6WvuUogM7Ek69A/edit>

A composição bromatológica do DDG apresenta amplitude que reflete a diversidade de matérias-primas e processos. Em termos médios, relatam-se 30% de proteína bruta (PB), 40% de fibra em detergente neutro (FDN) e 10% de extrato etéreo (EE), com nutrientes digestíveis totais frequentemente elevados para um coproduto proteico (Leite, 2018).

A magnitude da PNDR no DDG é considerada um diferencial. Essa fração melhora a oferta de proteína metabolizável, especialmente em dietas com volumosos tropicais, nos quais a proteína da forragem tende a ser altamente degradável no rúmen (Hoffmann, 2019).

Dados nacionais indicaram DDG com cerca de 29% de PB, FDN ao redor de 66% e PNDR aproximando-se de metade da proteína total, perfil compatível com suplementação de recria e terminação a pasto (Leite, 2018).

Os lipídeos do DDG contribuem para a densidade energética do ingrediente. Valores de EE na faixa superior ( $\approx 10\text{--}12\%$ ) elevam o aporte calórico, mas requerem atenção para não exceder limites de inclusão lipídica em dietas de ruminantes, resguardando a microbiota celulolítica (Hoffmann, 2019).

O fósforo encontra-se em concentração relativamente alta no DDG, característica útil para corrigir deficiências em pastagens; todavia, demanda balanço cálcio:fósforo adequado para evitar problemas ósseos e impacto ambiental por excreção excessiva (Renesto, 2021).

Quanto ao enxofre, lotes com teor elevado podem predispor a polioencefalomalácia, sobretudo quando combinados com águas ricas em sulfatos; recomenda-se monitoramento analítico e limites prudenciais de inclusão (Renesto, 2021).

A digestibilidade da fração fibrosa do DDG varia com a severidade térmica de secagem e com a participação de solúveis. Inclusões moderadas foram associadas a aumentos na digestibilidade da matéria orgânica e a melhorias na eficiência fermentativa (Picanço, 2022).

Na avaliação de suplementos utilizados na terminação a pasto, observou-se que o aumento gradual da inclusão de DDG esteve associado a uma redução linear na emissão de metano entérico. Esse resultado sugere uma utilização mais eficiente dos nutrientes e reduzindo a perda de energia que normalmente sai na forma de gases (Picanço, 2022).

Além disso, a natural variabilidade entre lotes de DDG reforça a importância de uma amostragem representativa e do uso de tabelas nutricionais atualizadas. Nesse contexto, estratégias de formulação baseadas em metas (*target-feeding*) tornam-se fundamentais, pois permitem ajustar a dieta de forma dinâmica, absorvendo as flutuações do ingrediente e garantindo um desempenho mais estável dos animais (Renesto, 2021).

Em substituição ao farelo de algodão, o DDG tem mantido consumo, ganho e conversão quando corretamente balanceado, validando-o como ingrediente versátil em diferentes intensidades de produção (Hoffmann, 2019).

De forma geral, a composição do DDG sustenta sua classificação como ingrediente proteico-energético, cuja eficácia depende do ajuste fino de proteína degradável, PNDR, fibra efetiva e macroelementos da dieta total (Leite, 2018; Renesto, 2021).

O uso de coprodutos do etanol de milho, como o DDG, influencia positivamente o metabolismo ruminal dos bovinos, promovendo redução da concentração de nitrogênio amoniacial ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) e aumento da produção de propionato, principal ácido graxo volátil associado à eficiência energética do rúmen. Essa resposta está

relacionada à elevada proporção de proteína não degradável no rúmen (PNDR) e ao baixo teor de amido residual, que favorecem maior aproveitamento da proteína metabolizável e melhor relação acetato:propionato, refletindo em maior eficiência alimentar (Ferreira et al., 2021).

### 2.3 ASPECTOS ECONÔMICOS, AMBIENTAIS E TECNOLÓGICOS DO DDG.

O DDG tem relevância econômica por permitir substituição parcial ou total de fontes proteicas de maior custo, como farelo de soja e farelo de algodão, preservando o desempenho produtivo em distintas fases (Hoffmann, 2019).

Em recria a pasto, a suplementação com DDG tem produzido ganhos equivalentes aos de dietas convencionais, ampliando a competitividade de sistemas baseados em forragem e reduzindo a sazonalidade do desempenho (Leite, 2018).

Em confinamentos, a troca de ingredientes por DDG reduziu o custo por quilograma de ganho sem comprometer consumo e conversão, favorecendo a margem operacional em cenários de preços pressionados (Hoffmann, 2019).

Do ponto de vista ambiental, a inclusão de DDG foi associada à diminuição do metano entérico, decorrente de mudanças na fermentação e melhor eficiência de uso de energia, o que se traduz em menor intensidade de emissões por unidade de produto (Picanço, 2022).

A intensificação produtiva apoiada em suplementos com DDG pode encurtar a idade ao abate, reduzindo emissões acumuladas por animal e aumentando a produtividade de área, alinhando eficiência zootécnica e metas climáticas (Renesto, 2021).

A natureza de coproducto do DDG o insere no paradigma da economia circular: fluxos residuais da cadeia do etanol são direcionados para a alimentação animal, reduzindo desperdícios e a necessidade de expansão de áreas agrícolas dedicadas exclusivamente à ração (Renesto, 2021).

Em mercados que valorizam rastreabilidade e certificações, o uso de coprodutos energéticos como o DDG contribui para narrativas de sustentabilidade, agregando valor reputacional à carne bovina produzida sob critérios ambientais (Picanço, 2022).

Sob a ótica logística, a proximidade entre polos de etanol de milho e regiões pecuárias diminui custos de frete e perdas de qualidade, aumentando a viabilidade do ingrediente ao longo do ano (Leite, 2018).

Em síntese, os atributos econômicos e ambientais do DDG reforçam seu papel como ferramenta de competitividade e de mitigação de impactos, quando utilizado em dietas formuladas com monitoramento e boas práticas de manejo (Hoffmann, 2019; Renesto, 2021).

Com os avanços tecnológicos na indústria do etanol de milho, surgiram novos coprodutos com potencial para a alimentação de ruminantes, como o *High Protein Distillers Grains* (HPDG), o *Dry Distillers Bran plus Solubles* (DDBS) e o *Wet Distillers Bran plus Solubles* (WDBS). Esses ingredientes são resultantes de um processo moderno denominado *Fiber Separation Technology™* (FST), no qual ocorre a separação da fração fibrosa do grão antes da fermentação. Essa inovação tecnológica eleva a concentração de proteína e energia nos coprodutos finais, modificando seu perfil nutricional e ampliando as possibilidades de uso em dietas de terminação bovina (Antunes, 2020).

De acordo com Antunes (2020), os coprodutos derivados do etanol de milho apresentam composição bromatológica diferenciada quando comparados ao milho e aos concentrados proteicos convencionais. O DDBS, por exemplo, possui em média 33,5% de proteína bruta, 32,3% de fibra em detergente neutro (FDN) e 9,8% de extrato etéreo (EE), enquanto o HPDG apresenta maior digestibilidade da matéria seca, atingindo aproximadamente 76,8%.

A utilização desses ingredientes em dietas de confinamento promoveu modificações positivas na fermentação ruminal, com aumento da proporção molar de propionato e redução da relação acetato:propionato, indicando melhor eficiência energética no rúmen. Além disso, observou-se menor concentração ruminal de nitrogênio amoniacial ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), o que demonstra maior aproveitamento da proteína pelos microrganismos ruminais e consequente melhoria na eficiência de utilização do nitrogênio (Antunes, 2020).

Em experimento conduzido com 258 bovinos Nelore em confinamento, o autor verificou que a inclusão de 30% de DDBS na dieta resultou em maior ganho médio diário (1,62 kg/dia) e maior peso de carcaça quente (331,5 kg) em comparação à dieta controle, sem afetar a eficiência alimentar e o rendimento de carcaça. Tais resultados reforçam a viabilidade do uso de coprodutos do etanol de milho como substitutos

parciais do milho e do farelo de soja, com manutenção do desempenho produtivo e potencial de redução de custos na terminação (Antunes, 2020).

Os achados de Antunes (2020) também indicam que o HPDG e o DDBS possuem efeito positivo sobre o perfil de ácidos graxos voláteis (AGV) e sobre a digestibilidade dos nutrientes, contribuindo para maior eficiência de conversão e desempenho final. Esse desempenho pode ser atribuído à sinergia entre o consumo de matéria seca, o aumento do propionato e a redução da produção de amônia ruminal, favorecendo um ambiente fermentativo mais estável. Assim, o uso desses coprodutos representa uma estratégia nutricional promissora, especialmente em sistemas intensivos de terminação de bovinos, como os confinamentos tropicais brasileiros.

Além dos benefícios zootécnicos, Antunes (2020) ressalta a relevância econômica e ambiental desses subprodutos, uma vez que são gerados por empresas nacionais, como a FS Bioenergia, que vêm ampliando o aproveitamento de coprodutos do etanol de milho em dietas bovinas. Essa integração entre a cadeia do etanol e a pecuária contribui para o fortalecimento da economia regional e para a sustentabilidade da produção, ao promover o uso racional de resíduos agroindustriais de alto valor nutritivo.

Dessa forma, a inclusão de DDG e seus derivados, como HPDG e DDBS, nas dietas de terminação, alia eficiência produtiva, viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental, consolidando-se como alternativa nutricional moderna e tecnicamente validada para os sistemas de produção de carne no Brasil (Antunes, 2020).

## 2.4 USO DE DDG NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS (PASTO E CONFINAMENTO)

Os grãos secos de destilaria (DDG) têm se destacado como alternativa viável na alimentação de ruminantes, especialmente em dietas de recria e terminação. Trata-se de um coproducto com elevado teor de proteína não degradável no rúmen (PNDR) e baixo amido residual, o que contribui para reduzir riscos de distúrbios metabólicos em confinamento e possibilita seu uso em suplementos para bovinos mantidos em pastagem.

Na fase de recria, estudos apontam que a inclusão de DDG como alternativa ao farelo de algodão em suplementos a 0,3% do peso corporal não compromete parâmetros de desempenho, mantendo a digestibilidade e favorecendo o balanço de nitrogênio. De acordo com Hoffmann (2019), a substituição integral do farelo de algodão por DDG não resultou em diferenças significativas no ganho médio diário (GMD) ou no desempenho de bovinos em recria, o que confirma o potencial do ingrediente como fonte proteica em sistemas de pastejo.

Na terminação, diferentes sistemas de produção apresentam respostas distintas. Em estudo comparativo, Renesto (2021) observou que o confinamento resultou em maior peso corporal final, melhor ganho médio diário e aumento no ganho de carcaça em relação ao pastejo, enquanto a troca do farelo de soja por DDG não alterou o desempenho produtivo dos animais. Dessa forma, a inclusão do DDG em dietas de terminação, tanto no confinamento quanto a pasto, não compromete os resultados, sendo eficaz na manutenção da produtividade animal.

Resultados adicionais obtidos por Picanço (2022) demonstraram que a suplementação com DDG em níveis crescentes (até 200 g/kg de matéria seca) para bovinos a pasto elevou o consumo e a digestibilidade, apresentando efeito quadrático positivo até determinado ponto, e redução acima desse nível. Além disso, houve diminuição linear na produção de metano entérico, sugerindo benefícios ambientais associados ao uso do DDG.

No que se refere à comparação entre sistemas, Leite (2018) reforça que o confinamento garante maior eficiência no ganho de peso e deposição de carcaça, independentemente da fonte proteica utilizada. Todavia, a utilização do DDG em sistemas de pastejo, especialmente em condições tropicais, mostra-se como estratégia eficiente para elevar a produtividade, sem comprometer a sustentabilidade e com potencial de reduzir custos alimentares.

Portanto, a literatura evidencia que o DDG pode substituir integralmente fontes proteicas tradicionais, como o farelo de algodão e o farelo de soja, sem prejuízos ao desempenho animal. A escolha entre confinamento e pastejo dependerá da estratégia produtiva adotada, mas em ambos os casos o DDG se apresenta como ingrediente funcional, eficiente e de viabilidade econômica.

## 2.5 POTENCIAL DO DDG NA NUTRIÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO.

O uso de grãos secos de destilaria (DDG ou DDGS) em dietas de vacas leiteiras tem se mostrado uma alternativa eficiente para melhorar o aproveitamento da proteína e reduzir os custos de alimentação, sem comprometer a produção ou a composição do leite. O DDG apresenta elevados teores de proteína bruta (em torno de 30%), sendo mais de 60% na forma de proteína não degradável no rúmen (PNDR), o que o torna uma importante fonte de aminoácidos metabolizáveis para o intestino delgado (Schingoethe et al., 2009; Kleinschmit et al., 2007a). Além do aporte proteico, o DDG fornece energia de alta qualidade devido ao seu teor intermediário de gordura (10–11% da MS) e à fibra altamente digestível (cerca de 39% de FDN com digestibilidade superior a 60%), o que contribui para o desempenho produtivo sem os mesmos riscos de acidose associados a dietas ricas em amido (Birkelo et al., 2004; Vander Pol et al., 2009).

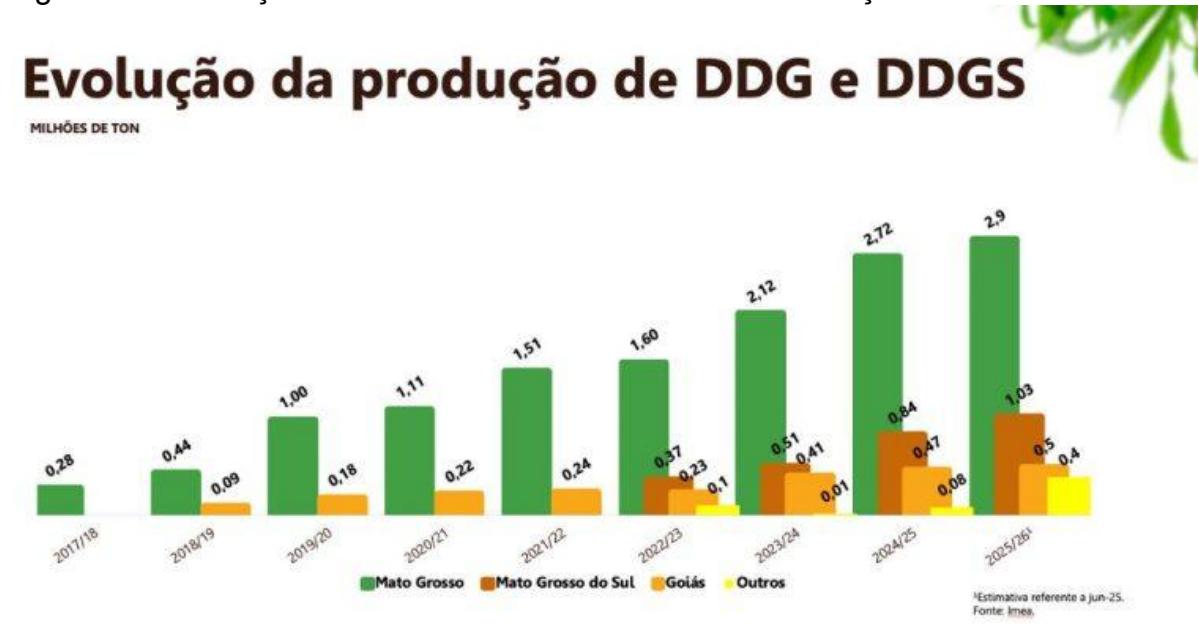
Os níveis de fósforo no DDG (em torno de 0,8% da MS) também podem auxiliar no balanceamento mineral da dieta, embora o excesso represente risco ambiental pelo acúmulo em dejetos (Mjoun et al., 2008). Assim, a inclusão deve ser feita de forma estratégica, limitando-se entre 10 e 20% da matéria seca total da dieta, níveis que mantêm ou aumentam a produção de leite sem comprometer a gordura ou a digestibilidade da fibra (Anderson et al., 2006; Janicek et al., 2008). É importante garantir adequada oferta de fibra efetiva, pois a fibra do DDG, embora altamente digestível, possui partículas pequenas e pouco efeito de mastigação, devendo substituir preferencialmente concentrados e não volumosos (Cyriac et al., 2005; Leonardi et al., 2005).

Dessa forma, o DDG se consolida como um ingrediente nutricionalmente seguro e economicamente vantajoso, capaz de reduzir custos de formulação e promover melhor eficiência alimentar em sistemas leiteiros, desde que utilizado dentro dos limites técnicos e com dietas equilibradas (Oliveira et al., 2022).

## 2.6 COMÉRCIO EXTERIOR DE DDG: A PARTICIPAÇÃO DO BRASIL

Os produtos de nutrição animal derivados da produção de etanol de milho são conhecidos no mercado internacional como Brazilian Distillers Grains (BDG). Esses subprodutos são obtidos nas indústrias de etanol de milho durante o processo de fabricação dos biocombustíveis e, no Brasil, recebem as denominações DDG (Dried Distillers Grains) e DDGS (Dried Distillers Grains with Solubles). Os farelos resultantes do milho (DDG/DDGS) têm ampla aplicação na formulação de dietas para bovinos, suínos, aves, peixes e animais de companhia, devido ao seu alto valor nutricional e excelente digestibilidade. Em 2023, a União Nacional do Etanol de Milho (Unem) e a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (ApexBrasil) firmaram um convênio com o objetivo de promover o DDG/DDGS brasileiro no mercado internacional. A iniciativa busca destacar o crescimento da produção nacional e atender à demanda global por ingredientes de origem sustentável voltados à nutrição animal, característica que reforça o potencial competitivo dos Brazilian Distillers Grains. Em um curto período, o produto nacional tem conquistado novos mercados e consumidores, consolidando o Brasil como um importante fornecedor mundial de insumos sustentáveis para a alimentação animal (UNIÃO NACIONAL DO ETANOL DE MILHO, 2024).

Figura 1 – O avanço dos DDG/DDGS do milho brasileiro na nutrição animal internacional



Fonte: <https://etanoldemilho.com.br/wp-content/uploads/2025/09/5-768x432.jpg>

O gráfico representa a evolução da produção de DDG e DDGS no Brasil entre as safras de 2017/2018 e a estimativa para 2025/2026, expressa em milhões de toneladas. Cada cor do gráfico indica uma região produtora: o verde corresponde ao estado de Mato Grosso, o laranja representa Mato Grosso do Sul, o amarelo identifica Goiás e o marrom agrupa os demais estados produtores (UNIÃO NACIONAL DO ETANOL DE MILHO, 2024).

Observa-se que Mato Grosso é o principal produtor nacional, apresentando um crescimento expressivo ao longo dos anos. Em 2017/2018, a produção era de aproximadamente 0,28 milhão de toneladas, e a estimativa para 2025/2026 ultrapassa 2,9 milhões de toneladas. Esse aumento constante demonstra que o estado se consolidou como o maior polo de produção de etanol de milho e, consequentemente, de DDG/DDGS do país (UNEM, 2024).

Em Mato Grosso do Sul, também se verifica expansão, porém em menor escala. A produção evoluiu de 0,09 milhão de toneladas em 2018/2019 para cerca de 0,3 milhão de toneladas na safra de 2025/2026, mostrando crescimento moderado, mas contínuo (UNEM, 2024).

Já os estados de Goiás e os demais agrupados na categoria “outros” apresentam volumes inferiores, variando entre 0,08 e 0,37 milhão de toneladas, o que indica que a produção está se expandindo para novas regiões, ainda que de forma gradual.

De modo geral, o gráfico evidencia que Mato Grosso domina amplamente a produção nacional de DDG/DDGS, respondendo por mais de dois terços do total brasileiro. Os demais estados, embora apresentem avanços, ainda possuem participação limitada, o que reflete a concentração dessa cadeia produtiva nas regiões onde o cultivo de milho e as usinas de etanol estão mais desenvolvidas (UNIÃO NACIONAL DO ETANOL DE MILHO, 2024).

## 2.7 EFEITOS DA INCLUSÃO DE DDG NA DIETA DE BOVINOS NELORE E MEIO-SANGUE EM CONFINAMENTO.

O uso do DDG na terminação de bovinos confinados tem se mostrado uma alternativa eficiente e economicamente viável dentro dos sistemas produtivos brasileiros. Estudos práticos conduzidos em confinamento, com bovinos Nelore e

meio-sangue alimentados com diferentes proporções de DDG na dieta, indicaram que a inclusão de até 30% do coproducto não compromete o ganho médio diário, a conversão alimentar ou o desempenho produtivo dos animais (Hoffmann, 2019; Renesto, 2021). Esses resultados demonstram a segurança nutricional do DDG quando utilizado em substituição parcial ao milho e ao farelo de soja (Leite, 2018).

Além de manter o desempenho zootécnico, o uso do DDG contribui para a redução dos custos alimentares, podendo gerar economia de aproximadamente 20% no custo total da dieta, o que representa um impacto direto sobre a rentabilidade do confinamento (Picanço, 2022). Do ponto de vista econômico, esse coproducto também se destaca pela ampla disponibilidade e pelo custo competitivo em relação às fontes proteicas convencionais (Ferreira, 2020).

Sob o aspecto ambiental, o emprego do DDG apresenta vantagens relevantes, pois reduz a emissão de metano entérico e a excreção de compostos nitrogenados, favorecendo sistemas mais sustentáveis e alinhados às demandas por produção de baixo impacto (Antunes, 2020; Vieira et al., 2021). Dessa forma, a utilização do DDG reforça a integração entre o setor sucroenergético e a pecuária, promovendo o aproveitamento de coprodutos de forma eficiente, econômica e ambientalmente responsável (Bizuca, 2020).

## 2.8 EFEITOS DO DDG SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO E A EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE BOVINOS DE CORTE.

Diversos estudos demonstram a viabilidade do uso dos grãos secos de destilaria (DDG) na alimentação de ruminantes, uma vez que se trata de um coproducto rico em proteína e energia digestível. Hoffmann (2019), ao avaliar a substituição do farelo de algodão por DDG nas fases de categoria recria e terminação de bovinos de corte, não observou diferenças significativas no ganho de peso ou na eficiência alimentar. Esses resultados indicam que o DDG pode substituir integralmente fontes proteicas tradicionais sem comprometer o desempenho animal. Além disso, mantém a eficiência microbiana e contribui para o equilíbrio do metabolismo do nitrogênio, o que é essencial para o aproveitamento dos nutrientes.

Em continuidade, Leite (2018) verificou que a inclusão de DDG em suplementos proteico-energéticos durante a estação chuvosa aumentou o consumo de matéria seca e de seus nutrientes, além de melhorar a eficiência na utilização do nitrogênio.

Apesar disso, não foram registradas alterações significativas na digestibilidade aparente total indicador que mede a proporção de nutrientes efetivamente absorvidos pelo animal mostrando que o DDG pode ser incorporado em dietas a pasto como alternativa viável para reduzir custos sem prejudicar o desempenho zootécnico. Complementando essa análise, Renesto (2021) observou que a suplementação com DDG na recria resultou em bom desempenho na terminação, semelhante ao obtido com fontes tradicionais, reforçando o potencial do coproducto na intensificação produtiva e na redução da dependência de insumos destinados ao consumo humano.

De forma complementar, Picanço (2022) demonstrou que a inclusão de 150 a 200 g/kg de matéria seca de DDG em suplementos para bovinos em terminação a pasto aumentou a digestibilidade da fibra, favoreceu a fermentação ruminal e reduziu a emissão de metano entérico. Esses achados reforçam que o DDG não apenas contribui para ganhos produtivos, mas também agrega valor ambiental, ao alinhar a eficiência zootécnica com a mitigação de impactos climáticos. Assim, as evidências disponíveis indicam que o uso do DDG traz benefícios concretos para a pecuária, refletindo-se no ganho de peso dos animais, na melhora da conversão alimentar e na ampliação das alternativas nutricionais disponíveis. Esses avanços contribuem não só para aumentar a eficiência da produção, mas também para tornar os sistemas de criação mais sustentáveis.

Sob o ponto de vista econômico, o DDG se mostra uma oportunidade real para o produtor, já que pode reduzir de forma significativa os custos com a formulação das dietas. Isso ocorre porque o coproducto, em muitos casos, é mais acessível do que ingredientes tradicionais e considerados convencionais, como o farelo de soja e o farelo de algodão, tornando-se uma opção estratégica em períodos de instabilidade de preços no mercado de insumos (Hoffmann, 2019; Leite, 2018).

Estudos de mercado mostram que a variação de preços desses insumos pode impactar de forma direta a rentabilidade da pecuária, e nesse cenário o DDG surge como alternativa econômica e nutricionalmente viável (Ferreira, 2020; Picanço, 2022). Além de reduzir os custos de formulação, o DDG contribui para o aproveitamento de coprodutos nacionais, reduzindo a dependência de matérias-primas importadas e fortalecendo a cadeia produtiva interna (Renesto, 2021).

Certo que, os resultados previstos devem orientar os profissionais da nutrição animal ao preparar dietas melhores, mais baratas e ecologicamente corretas. Isso pode ser feito definindo corretamente os níveis de inclusão do DDG, usando

indicadores zootécnicos para ajustar as dietas e adotando métodos de gestão que equilibrem a produtividade com a proteção ambiental (Renesto, 2021; Picanço, 2022).

De acordo com Hoffmann (2019) e Ferreira (2020), a utilização adequada dos coprodutos do etanol de milho contribui para sistemas mais sustentáveis, garantindo bom desempenho zootécnico e redução dos custos alimentares. Assim, o DDG se afirma como uma opção importante e estratégica capaz de melhorar a pecuária de corte e ajudar em sistemas de produção mais novos, limpos e eficazes (Vieira et al., 2021).

Certamente, os resultados previstos devem orientar os profissionais da nutrição animal a preparar dietas melhores, mais baratas e ecologicamente corretas (Renesto, 2021). Isso pode ser feito definindo corretamente os níveis de inclusão do DDG, usando indicadores zootécnicos para ajustar as dietas e adotando métodos de gestão que equilibrem a produtividade com a proteção ambiental (Picanço, 2022; Ferreira, 2020). Assim, o DDG se afirma como uma opção importante e estratégica capaz de modernizar a pecuária de corte e consolidar sistemas de produção mais limpos, sustentáveis e eficazes.

O uso do DDG em confinamento também tem mostrado resultados consistentes quanto à eficiência produtiva e econômica em diferentes genótipos bovinos. Em experimentos com tourinhos F1 Angus x Nelore, a inclusão gradual de DDG em substituição parcial ao milho e ao farelo de soja, entre 20% e 40% da matéria seca, proporcionou ganhos médios diários semelhantes ou superiores às dietas convencionais, sem prejuízo à conversão alimentar (Silva et al., 2022).

Ferreira (2020) relatou resultados semelhantes ao avaliar coprodutos do etanol de milho, observando aumento no consumo de matéria seca e no peso de carcaça, sem comprometer a qualidade da carne, reforçando o potencial do DDG como ingrediente de alto valor nutricional, estável e economicamente competitivo.

Por fim, os resultados obtidos até o momento indicam que o DDG é um ingrediente estratégico para a nutrição de ruminantes, capaz de aliar produtividade, sustentabilidade e rentabilidade. Sua utilização em níveis adequados contribui para a eficiência alimentar, estabilidade ruminal e redução de custos, tornando-o uma ferramenta essencial para sistemas de produção modernos, mais limpos e eficazes.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir de uma revisão bibliográfica com enfoque exploratório e descritivo com objetivo geral na abordagem qualitativa, fundamentada em artigos científicos, teses, dissertações e publicações técnicas relacionadas ao uso de grãos secos de destilaria (DDG) na alimentação de ruminantes, com ênfase em bovinos de corte da raça Nelore. Essa escolha metodológica deve-se à relevância crescente do DDG no setor pecuário. Além disso, a revisão permite reunir, analisar e discutir criticamente informações já publicadas, de modo a compreender sua composição nutricional, fatores de variação e impactos no desempenho animal.

O levantamento de dados foi realizado em bases de pesquisa amplamente reconhecidas, como o Portal de Periódicos CAPES (pela abrangência em periódicos científicos nacionais e internacionais), SciELO (por sua ênfase em publicações latino-americanas), ScienceDirect, Scopus e Web of Science (pela cobertura internacional), Google Scholar (pela facilidade de recuperação ampliada de trabalhos), EMBRAPA (pela relevância prática na pecuária brasileira) e a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD (pela disponibilidade de trabalhos acadêmicos inéditos).

Na busca, foram utilizados descritores em português, inglês e espanhol, como “grãos secos de destilaria”, “DDG”, “distillers dried grains”, “cattle”, “ruminantes” e “Nelore”. Esses termos foram combinados com operadores booleanos que são recursos usados em pesquisas para combinar palavras-chave e refinar resultados. Eles ajudam a tornar a busca mais precisa Exemplos: “*DDG AND bovinos*”, “*distillers dried grains AND cattle performance*” e “*DDG AND Nelore*”. O recorte temporal abrangeu publicações de 2005 a 2025, período no qual o uso do DDG se consolidou como alternativa alimentar de destaque na bovinocultura de corte, especialmente no Brasil.

Foram incluídos trabalhos que apresentavam informações sobre a composição química do DDG de milho e seus efeitos sobre consumo, ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de carcaça e parâmetros ruminais em ruminantes. Excluíram-se os estudos que tratavam exclusivamente de DDG úmido ou de outras matérias-primas que não fossem o milho, além de resumos sem texto completo e revisões narrativas, estas utilizadas apenas como apoio teórico.

Após a seleção, os artigos foram passaram por uma leitura completa e organizados em planilhas eletrônicas, contendo informações e dados sobre autores, e seus respectivos anos de publicação, espécie e categoria animal avaliada, nível de inclusão do DDG na dieta, principais resultados zootécnicos e aspectos de composição nutricional. Esse processo sistematizou as evidências disponíveis, destacando tendências, convergências e contradições entre os estudos analisados.

A análise dos dados foi realizada por meio de uma síntese descritiva, que agrupou e comparou os resultados conforme categoria animal, níveis de inclusão do DDG e variações nutricionais decorrentes do processo industrial. Sempre que possível, foram apresentados intervalos de valores e médias comparativas, permitindo identificar padrões e limitações na utilização do ingrediente.

Por se tratar de pesquisa baseada em dados secundários, não houve necessidade de submissão a comitê de ética, uma vez que não foram conduzidos experimentos diretamente com animais. Ressalta-se que todas as informações foram extraídas de publicações revisadas por pares, garantindo integridade ética e confiabilidade científica. As citações foram organizadas de acordo com a NBR 10520 (ABNT, 2023), enquanto as referências finais seguiram as orientações da NBR 6023 (ABNT, 2018), garantindo padronização e rigor acadêmico.

Com isso, os procedimentos metodológicos adotados conferem clareza e transparência ao trabalho, assegurando que os resultados apresentados possam ser compreendidos à luz de evidências científicas consistentes.

Dessa maneira, a pesquisa não apenas reforça a credibilidade das análises realizadas, mas também contribui de forma efetiva para ampliar o conhecimento sobre o uso do DDG na alimentação de ruminantes, com destaque para bovinos Nelore de corte.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho analisou o uso do DDG (Dried Distillers Grains – grãos secos de destilaria) na alimentação de ruminantes, com ênfase nos bovinos de corte, abordando seus potenciais nutricionais, econômicos e sustentáveis. A pesquisa evidenciou que esse coproduto, originado da produção de etanol a partir do milho, representa uma alternativa promissora diante da busca por sistemas pecuários mais eficientes, rentáveis e ambientalmente responsáveis.

Os estudos revisados confirmaram que o DDG pode substituir parcial ou totalmente fontes proteicas convencionais sem comprometer o desempenho zootécnico, mantendo bons índices de ganho de peso e conversão alimentar. Além disso, apresenta vantagens adicionais, como melhor aproveitamento da fibra, eficiência na utilização do nitrogênio e possível redução na emissão de metano, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e a integração entre pecuária e agroindústria.

Conclui-se que o DDG se configura como um insumo estratégico para modernizar a pecuária de corte, reduzindo custos e promovendo práticas sustentáveis. Apesar da limitação da pesquisa, baseada em revisão bibliográfica, os resultados oferecem base sólida para futuras investigações experimentais que explorem diferentes níveis de inclusão do coproduto em confinamento e pastejo. Assim, reforça-se seu potencial como alternativa viável e sustentável na nutrição de ruminantes.

## REFERÊNCIAS

- ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. ***Beef Report 2023: Perfil da Pecuária no Brasil.*** São Paulo: ABIEC, 2023. Disponível em: <https://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023/>. Acesso em: 15 out. 2025.
- ANDERSON, J. L.; SCHINGOETHE, D. J.; KALSCHEUR, K. F.; HIPEN, D. L. Evaluation of dried and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactating dairy cows. ***Journal of Dairy Science***, v. 89, n. 8, p. 3133-3142, 2006. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72588-1.
- ANTUNES, S. L. **Inclusão de novos coprodutos derivados do processo de produção de etanol de milho em dietas de terminação de bovinos.** 2020. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020.
- BIRKELO, C. P.; BERGER, L. L.; FAHEY JR., G. C. Composition of distillers dried grains with solubles from soft red winter wheat and corn. ***Journal of Animal Science***, v. 82, n. 10, p. 2868-2873, 2004.
- BIZUCA, R. R. S. **Etanol de milho e seu coproducto DDG na nutrição de bovinos terminados em confinamento.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Ciências Agrárias e Biológicas, Goiânia, 2020.
- CYRIAC, J.; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPEN, D. L.; KALSCHEUR, K. F. Lactational performance of cows fed increasing amounts of distillers grains with solubles. ***Journal of Dairy Science***, v. 88, suppl. 1, p. 395, 2005.
- ENVIROLOGIX BRASIL. **DDGS é seguro para uso na alimentação animal.** Envirologix, 2023. Disponível em: [https://www.envirologix.com.br/news/ddgs\\_seguro/](https://www.envirologix.com.br/news/ddgs_seguro/). Acesso em: 13 out. 2025.
- FERREIRA, A.; SOUZA, R. F.; LOPES, J. C.; BARBOSA, R. N. Níveis de grãos úmidos de destilaria (WDG) em dietas de bovinos de corte. ***Revista Brasileira de Nutrição Animal***, v. 15, n. 2, p. 142-153, 2021.
- FERREIRA, M. S. **Níveis de grãos úmidos de destilaria desengordurado em dietas para bovinos de corte confinados.** 2020. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2020.

HOFFMANN, A. **Eficiência da substituição do farelo de algodão por DDGs na produção de bovinos de corte.** 2019. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2019.

JANICEK, B. N.; KONONOFF, P. J.; KLOPFENSTEIN, T. J.; ERICKSON, G. E. Feeding wet distillers grains to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 91, n. 2, p. 4477-4483, 2008. DOI: 10.3168/jds.2008-1077.

KLEINSCHMIT, D. H.; SCHINGOETHE, D. J.; KALSCHEUR, K. F.; HIPEN, D. L. Evaluation of various sources of corn distillers dried grains plus solubles for lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 90, n. 3, p. 1112-1124, 2007a. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(07)71597-7.

KLOPFENSTEIN, T. J.; ERICKSON, G. E.; BREMER, V. R. *Distillers grains for beef cattle*. Lincoln: University of Nebraska–Lincoln, 2007. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/animalsciencepapers/57/>. Acesso em: 27 out. 2025.

LEITE, R. G. **Uso de DDGs na suplementação proteico-energética em bovinos em pastejo na estação chuvosa.** 2018. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2018.

LEONARDI, C.; ARMENTANO, L. E. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 86, n. 2, p. 557-564, 2005. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73635-0.

MJOUN, K.; KALSCHEUR, K. F.; HIPEN, D. L.; SCHINGOETHE, D. J. Ruminal degradability and intestinal digestibility of protein and amino acids in distillers grains products. *Journal of Dairy Science*, v. 93, n. 2, p. 4144-4154, 2008. DOI: 10.3168/jds.2008-1138.

OLIVEIRA, J. F. et al. DDG na nutrição de vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Nutrição Animal*, v. 16, n. 2, p. 125-134, 2022.

PICANÇO, Y. S. **Grãos secos de destilaria em suplementos para bovinos em terminação a pasto.** 2022. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2022.

RENESTO, D. M. **Suplementação na fase de recria e os impactos durante a terminação de bovinos de corte.** 2021. Tese (Doutorado em Zootecnia) –

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2021.

SCHINGOETHE, D. J.; KALSCHEUR, K. F.; HIPEN, D. L.; KLEINSCHMIT, D. H.; GARCIA, A. D.; REYNOLDS, C. K.; KOZLOSKI, G. V. Use of distillers products in dairy cattle diets. *Journal of Dairy Science*, v. 92, n. 12, p. 5802-5813, 2009. DOI: 10.3168/jds.2009-2549.

SCHINGOETHE, D. J.; KALSCHEUR, K. F.; HIPPEN, B. E.; KLEINSCHMIT, D. H.; KASPAR, K. A. O uso de produtos de destilaria em dietas para gado leiteiro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, p. 102-106, 2010. Suplemento especial. (Tradução do artigo *Invited review: The use of distillers products in dairy cattle diets*).

SILVA, M. L.; OLIVEIRA, R. A.; GOMES, T. R.; SANTOS, E. P. Efeitos da utilização de DDG em dietas para bovinos de corte: desempenho e viabilidade econômica. *Revista de Zootecnia e Ciências Agrárias*, v. 9, n. 2, p. 45–52, 2022.

TOMAZ, L. A. **Grãos de milho úmidos de destilaria na alimentação de bovinos Nelore:** digestibilidade e parâmetros ruminais. 2019. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2019.

UNEM – União Nacional do Etanol de Milho. **Dados setoriais: estatísticas sobre a produção de etanol de milho no Brasil.** [S. I.]: UNEM, 2024. Disponível em: <https://etanoldemilho.com.br/dados-setoriais/>. Acesso em: 13 out. 2025.

VANDER POL, M.; ERICKSON, G. E.; KLOPFENSTEIN, T. J.; GREENQUIST, M. A.; ROBBINS, S. D.; MILTON, C. T. Effects of dietary inclusion of wet distillers grains on finishing performance and carcass characteristics of beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 87, n. 3, p. 631-638, 2009. DOI: 10.2527/jas.2008-1161.

VIEIRA, L. C.; VIEIRA, D. J. C.; GRAZZIOTIN, R. C. B.; POLETTI, G.; VIEGAS, J.; PEROTTONI, J.; BERMUDES, R. F. Utilização de DDG e WDG na nutrição de ruminantes. In: **Zootecnia de Precisão: desafios e aplicações**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL); Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 2021. p. 152–160. DOI: 10.37885/211106630.

## ANEXO A - DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO DE PLÁGIO



### RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTE:** Aline Ferreira Dos Santos

**CURSO:** Agronomia

**DATA DE ANÁLISE:** 27.10.2025

### RESULTADO DA ANÁLISE

#### Estatísticas

Suspeitas na Internet: **3,11%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet

Suspeitas confirmadas: **1,37%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados

Texto analisado: **96,07%**

*Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).*

Sucesso da análise: **100%**

*Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.*

Analisado por Plagiust - Detector de Plágio 2.9.6  
segunda-feira, 27 de outubro de 2025

### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente ALINE FERREIRA DOS SANTOS n. de matrícula **20647**, do curso de Agronomia, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 3,11%. Devendo a aluna realizar as correções necessárias.

Assinado digitalmente por: ISABELLE DA SILVA SOUZA  
 Razão: Responsável pelo documento  
 Localização: UNIFAEMA - Ariqueme/RO  
 O tempo: 27-10-2025 20:57:04

**ISABELLE DA SILVA SOUZA**  
**Bibliotecária CRB 1148/11**  
 Biblioteca Central Júlio Bordignon  
 Centro Universitário Faema – UNIFAEMA